

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-016462

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl.

H03G 3/20

H03G 3/30

H04B 1/10

(21)Application number : 2000-199325

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.06.2000

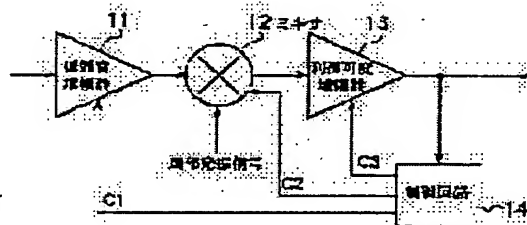
(72)Inventor : MORITA AKIRA  
NAGATA MINORU

## (54) RECEIVING CIRCUIT AND RECEIVING GAIN CONTROL METHOD

## (57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To secure satisfactory noise index characteristics, to suppress the occurrence of distortion caused by excessive input in a mixer or gain variable amplifier and to stably operate a feedback loop at all the time.

SOLUTION: A control circuit performs control so that while a received RF signal is a small level, the gain of a low noise amplifier circuit is maximized and while the received RF signal is a maximum level, the gain of the low noise amplifier circuit is minimized. Therefore, while the received RF signal is the small level, satisfactory noise index characteristics are secured and while the received RF signal is the maximum level, the excessive input is not inputted to the mixer or gain variable amplifier on the following stage. Thus, the occurrence of distortion caused by the excessive input is suppressed by preventing the mixer or gain variable amplifier from being saturated. Further, the low noise amplifier circuit, the gains of the mixer and the gain variable amplifier are controlled in the almost similar ratio, and the transient response of the feedback loop is reduced so that stable operation can be provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-16462

(P2002-16462A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F i	テームト <sup>*</sup> (参考)
H 0 3 G	3/20	H 0 3 G	E 5 J 1 0 0
	3/30		B 5 K 0 5 2
H 0 4 B	1/10	H 0 4 B	E

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-199325(P2000-199325)

(22) 出願日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 森田 亮

東京都青梅市新町3丁目3番地の1 東芝  
デジタルメディアエンジニアリング株式会  
社内

(72) 発明者 永田 稔

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン  
ター内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外7名)

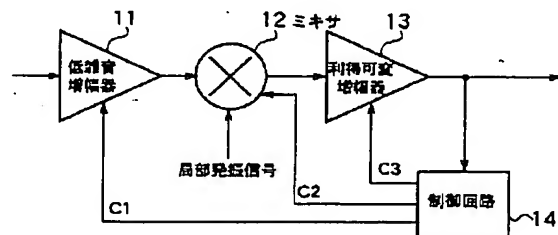
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信回路及び受信利得制御方法

(57) 【要約】

【課題】 良好な雑音指数特性を確保し、且つミキサや利得可変増幅器における過大入力による歪みの発生を抑えることができると共に、フィードバックループを常に安定に動作させること。

【解決手段】 受信したRF信号が小さいレベルの期間は低雑音増幅回路の利得を最大にし、受信したRF信号が最大レベルの期間は低雑音増幅回路の利得を最小にする制御を制御回路により行うことにより、前記受信したRF信号が小さいレベルの期間は、良好な雑音指数特性を確保し、前記受信したRF信号が最大レベルの期間は、後段のミキサや利得可変増幅器に過大入力が入らないようにして、ミキサや利得可変増幅器が飽和するのを防止して、過大入力による歪みの発生を抑える。又、低雑音増幅回路、ミキサ、利得可変増幅器はほぼ同様の割合で利得が制御されるようにして、フィードバックループの過度応答を小さくすることにより、安定な動作を得ている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信したRF信号を増幅回路で増幅してからミキサ回路により中間周波信号に変換した後、この中間周波信号を自動利得制御回路により常に一定のレベルに増幅して出力する受信回路において、

前記受信したRF信号を増幅する利得可変の増幅回路と、

前記受信したRF信号が小さいレベルの期間は前記増幅回路の利得を最大にし、前記受信したRF信号が最大レベルの期間は前記増幅回路の利得を最小にする制御を行う利得制御回路と、

を具備することを特徴とする受信回路。

【請求項2】 受信したRF信号を第1の制御信号に応じて利得を変化して増幅する増幅回路と、

前記増幅回路からの出力信号を第2の制御信号に応じて利得を変化して中間周波信号に変換するミキサ回路と、

前記ミキサ回路からの出力信号を第3の制御信号に応じて利得を変化して増幅する利得可変増幅回路と、

前記第1、第2、第3の制御信号を前記受信したRF信号のレベルに応じて生成し、前記増幅回路、前記ミキサ回路及び前記利得可変増幅回路の中の少なくとも1個以上の回路の利得を前記第1、第2、第3の制御信号によって変化させて、前記利得可変増幅回路の出力レベルを一定とする制御回路と、

を具備することを特徴とする受信回路。

【請求項3】 前記制御回路は、前記受信したRF信号のレベルが小さい時は、前記第1の制御信号によって増幅回路の利得を最大とし、逆にRF信号のレベルが最大の時は、前記第1の制御信号によって前記増幅回路の利得を小さくする制御を行うことを特徴とする請求項2記載の受信回路。

【請求項4】 前記増幅回路、前記ミキサ回路及び前記利得可変増幅回路は、前記第1、第2、第3の制御信号に対してほぼ同様の割合で利得が変化することを特徴とする請求項2又は3記載の受信回路。

【請求項5】 受信したRF信号を増幅回路で増幅してからミキサ回路により中間周波信号に変換した後、この中間周波信号を自動利得制御回路により常に一定のレベルに増幅して出力する受信回路の受信利得制御方法において、

少なくとも増幅回路の利得を可変とし、

前記受信したRF信号が小さいレベルの期間は前記増幅回路の利得を最大にし、前記受信したRF信号が最大レベルの期間は前記増幅回路の利得を最小にする制御を行うことを特徴とする受信利得制御方法。

【請求項6】 前記ミキサ回路の利得を可変とし、前記受信したRF信号の大小に応じて、前記ミキサ回路の利得を一定レベルで固定、又はその利得を変化させることを特徴とする請求項5記載の受信利得制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、RF信号を中間周波(IF)信号に変換してレベルが一定の受信信号を出力する無線通信用の受信回路及びこの受信回路の利得を制御する受信利得制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の無線通信用の受信回路の増幅段は例えば図11に示すような構成を有している。受信回路は図示されないアンテナで受信したRF信号を一定利得で増幅する低雑音増幅器31と、この低雑音増幅器31の出力をIF信号に変換するミキサ32と、このミキサ32の出力を常に一定レベルになるよう増幅して出力する利得可変増幅器33と、受信したRF信号のレベルに応じて利得可変増幅器33の利得を制御する制御信号を出力する制御回路34とにより構成されている。

【0003】アンテナ(図示せず)で捕らえられたRF信号は、低雑音増幅器31にて増幅されてミキサ32に入力される。ミキサ32は入力されるRF信号と局部発振信号を混合することによりIF信号に変換して、利得可変増幅器33に入力する。制御回路34は利得可変増幅器33の出力レベルを検出して、この出力レベルが一定となるように利得可変増幅器33の利得を制御する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の無線通信用受信機の増幅段では、良好な雑音指数特性を得るためには低雑音増幅器31の利得を増やす必要があった。ここで、上記雑音指数とは、信号が増幅器で増幅される時のSN(Signal/Noise)比の変化する割合のことを言う。また、ここでいう雑音指数が良いとは、増幅時に高周波段での雑音発生が少ないことを意味する。しかしながら低雑音増幅器31の利得を増やすと、受信したRF信号のレベルが大きい場合、低雑音増幅器31で増幅された信号は、ミキサ32と利得可変増幅器33にとって過大入力となって歪みが増大し、データなどを受信した場合はデータ化けなどが生じて、その受信品質が悪化するという問題があった。

【0005】そこで、低雑音増幅器31の前段か後段に、ファーストAGCと称されるダイオードスイッチを入れ、過大入力が入ってきた場合は前記ダイオードスイッチにより利得を一気に落として、後段のミキサ32と利得可変増幅器33が飽和しないようにする従来構成がある。しかし、この従来構成では、通常入力と過大入力時の利得変化が大きく、このため、利得変化時の利得可変増幅器33と制御回路34とにより構成される自動利得制御回路のフィードバックループに大きな過度応答が生じて、ループゲインが安定するのに時間が掛かり、動作不安定になるという問題があった。

【0006】本発明は、上述の如き従来の課題を解決するためになされたもので、その目的は、良好な雑音指数特性を確保し、且つミキサや利得可変増幅器における過

大入力による歪みの発生を抑えることができると共に、フィードバックループを常に安定に動作させることができる受信回路及びこの受信回路の利得を制御する受信利得制御方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明の特徴は、受信したRF信号を増幅回路で増幅してからミキサ回路により中間周波信号に変換した後、この中間周波信号を自動利得制御回路により常に一定のレベルに増幅して出力する受信回路において、前記受信したRF信号を増幅する利得可変の増幅回路と、前記受信したRF信号が小さいレベルの期間は前記増幅回路の利得を最大にし、前記受信したRF信号が最大レベルの期間は前記増幅回路の利得を最小にする制御を行う利得制御回路とを具備することにある。

【0008】請求項2の発明の特徴は、受信したRF信号を第1の制御信号に応じて利得を変化して増幅する増幅回路と、前記増幅回路からの出力信号を第2の制御信号に応じて利得を変化して中間周波信号に変換するミキサ回路と、前記ミキサ回路からの出力信号を第3の制御信号に応じて利得を変化して増幅する利得可変増幅回路と、前記第1、第2、第3の制御信号を前記受信したRF信号のレベルに応じて生成し、前記増幅回路、前記ミキサ回路及び前記利得可変増幅回路の中の少なくとも1個以上の回路の利得を前記第1、第2、第3の制御信号によって変化させて、前記利得可変増幅回路の出力レベルを一定とする制御回路とを具備することにある。

【0009】請求項3の発明の前記制御回路は、前記受信したRF信号のレベルが小さい時は、前記第1の制御信号によって増幅回路の利得を最大とし、逆にRF信号のレベルが最大の時は、前記第1の制御信号によって前記増幅回路の利得を小さくする制御を行うことを特徴とする。

【0010】請求項4の発明の前記増幅回路、前記ミキサ回路及び前記利得可変増幅回路は、前記第1、第2、第3の制御信号に対してほぼ同様の割合で利得が変化することを特徴とする。

【0011】請求項5の発明の特徴は、受信したRF信号を増幅回路で増幅してからミキサ回路により中間周波信号に変換した後、この中間周波信号を自動利得制御回路により常に一定のレベルに増幅して出力する受信回路の受信利得制御方法において、少なくとも増幅回路の利得を可変とし、前記受信したRF信号が小さいレベルの期間は前記増幅回路の利得を最大にし、前記受信したRF信号が最大レベルの期間は前記増幅回路の利得を最小にする制御を行うことにある。

【0012】請求項6の発明の特徴は、前記ミキサ回路の利得を可変とし、前記受信したRF信号の大小に応じて、前記ミキサ回路の利得を一定レベルで固定、又はその利得を変化させることにある。

【0013】本発明の受信回路は、受信したRF信号が小さいレベルの期間は前記増幅回路の利得を最大にし、前記受信したRF信号が最大レベルの期間は前記増幅回路の利得を最小にする制御を行うことにより、良好な雑音指数特性を確保し、且つ過大入力による歪みの発生を抑えている。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の受信回路の一実施形態に係る構成を示したブロック図である。受信回路は、RF信号を増幅する利得可変の低雑音増幅器11、RF信号を中間周波(IF)信号に変換する利得可変のミキサ12、IF信号のレベルを一定として出力する利得可変増幅器13及び低雑音増幅器11、ミキサ12、利得可変増幅器13の利得を制御信号C1、C2、C3により制御する制御回路14を有している。

【0015】ここで、低雑音増幅器11は制御信号C1に応じて利得を可変して図示されないアンテナで受信したRF信号を増幅する。ミキサ12は入力RF信号を局部発振信号と混合してIF信号に変換すると共に、制御信号C2に応じて利得を可変してIF信号を増幅して出力する。利得可変増幅器13は制御信号C3に応じて利得を可変してIF信号を一定レベルに増幅して出力する。制御回路14は利得可変増幅器13の出力レベルに基づいて制御信号C1、C2、C3を生成して、低雑音増幅器11、ミキサ12、利得可変増幅器13に送出する。尚、低雑音増幅器11、ミキサ12、利得可変増幅器13は、それぞれの制御信号に対してほぼ同様の割合で利得が変化するものとする。

【0016】次に本実施形態の動作について図2の利得制御方法(実施例1)を参照して説明する。今、制御回路14から出力される制御信号C1、C2、C3が例えば図2に示すような特性であったとする。但し、制御信号C1、C2、C3の電圧が高いほど低雑音増幅器11、ミキサ12、利得可変増幅器13の利得が大きくなるものとする。また、受信されるRF信号のレベルはR1、R2、R3、R4の範囲で推移し、 $R1 < R2 < R3 < R4$ の関係がある。

【0017】まず、受信したRF信号のレベルがR1の範囲にあった場合、制御信号C1、C2は最大電圧でそれぞれ一定であるため、低雑音増幅器11は最大利得でRF信号を増幅し、ミキサ12も最大利得でRF信号をIF信号に変換する。一方、制御信号C3は最大電圧から中間レベル程度の電圧まで変化して、利得可変増幅器13の出力レベルが一定になるように、その利得を制御し、その結果、利得可変増幅器13によってIF信号が常に一定レベルに増幅される。

【0018】また、受信したRF信号のレベルがR2の範囲にあった場合、制御信号C1は最大電圧で、制御信号C3のレベルは中間電圧でそれぞれ一定である。これ

により、低雑音増幅器11は最大利得でRF信号を増幅し、利得可変増幅器13は中間程度の利得でIF信号を増幅する。一方、制御信号C2は最大電圧から最小電圧まで変化して、ミキサ12の利得を変化させる。この際、制御回路14は利得可変増幅器13の出力レベルが常に一定になるように、ミキサ12の利得を制御する。

【0019】更に、受信したRF信号のレベルがR3の範囲にあった場合、制御信号C2は最小電圧で、制御信号C3は中間電圧でそれぞれ一定である。これにより、ミキサ12は最小利得でRF信号をIF信号に変換し、利得可変増幅器13は中間程度の利得でIF信号を増幅する。一方、制御信号C1は最大電圧から最小電圧まで変化して、低雑音増幅器11の利得を変化させる。この際、制御回路14は利得可変増幅器13の出力レベルが常に一定になるように、低雑音増幅器11の利得を制御する。

【0020】また、受信したRF信号のレベルがR4の範囲（過大入力）にあった場合、制御信号C1、C2は最小電圧でそれぞれ一定である。これにより、低雑音増幅器11は最小利得でRF信号を増幅し、ミキサ12も最小利得でRF信号をIF信号に変換する。一方、制御信号C3は中間電圧から最小電圧まで変化して、利得可変増幅器13の利得を変化させて、その出力レベルが常に一定になるようにする。

【0021】尚、上記のような制御をした場合、RF信号のレベルがR1（最小レベル入力時）の場合、低雑音増幅器11が最大利得であるため、信号に対する雑音を小さくすることができる。RF信号のレベルがR4（過大入力時）の場合、低雑音増幅器11、ミキサ12が最小利得であるため、過大入力がなく、受信信号の歪み特性は良好である。RF信号のレベルがR2～R3（中間レベル入力時）の場合、RF信号のレベルが小さい期間は低雑音増幅器11、ミキサ12の利得が大きく、RF信号のレベルが大きくなってくると、ミキサ12、低雑音増幅器11の順で利得が低下して動作するため、受信信号の雑音指数特性と歪みはトレードオフの関係にある。

【0022】更に、RF信号のレベルに応じて、低雑音増幅器11、ミキサ12、利得可変増幅器13のいずれかがほぼ連続的にその増幅利得を変化させ、且つこれらの機器はそれぞれの制御信号に対してほぼ同様の割合で利得が変化して、利得可変増幅器13の出力レベルを一定とするため、例えばRF信号レベルが急に変化するなどして、利得可変対象の増幅器が急に切り替わったとしても、制御回路14と低雑音増幅器11、ミキサ12、利得可変増幅器13で形成される各フィードバックループの利得は極端に変化せず、それ故、大きな過度応答が生ぜず、常に安定な受信を行うことができる。

【0023】図3は、本発明の受信利得制御方法の実施例2を説明する制御信号の特性図である。本例も、受信

したRF信号レベルがR1、R2、R3、R4の範囲で、変化した時に、制御回路14から生成される制御信号C1、C2、C3、C4の各範囲における変化を示したものであり、その変化の特性は図2のそれとほぼ同じである。異なる点は、RF信号レベルがR1の範囲で、制御信号C3が変化するが、その変化はRF信号レベルのR2の下限の一部まで続いている。

【0024】また、制御信号C2は範囲R1ではほとんど最大電圧であるが、R1の上限の手前から変化し、その変化は範囲R2の下限の一部迄続いている。制御信号C1は範囲R2では、ほとんど最大電圧であるが、範囲R2の上限の手前から変化し、その変化は範囲R3全々と、範囲R4の下限の一部迄続いている。制御信号C3は範囲R2、R3のほとんどで、一定の中間電圧であるが、範囲R3の上限で変化し始め、その変化は範囲R4全てに亘って続く。

【0025】従って、本実施例では、ミキサ12と利得可変増幅器13が一部重複してその利得を変化させて、利得可変増幅器13の出力レベルを一定にする制御が行なわれ、低雑音増幅器11とミキサ12が一部重複してその利得を変化させて、利得可変増幅器13の出力レベルを一定にする制御が行なわれ、低雑音増幅器11と利得可変増幅器14が一部重複してその利得を変化させて、利得可変増幅器13の出力レベルを一定にする制御が行なわれている。

【0026】尚、上記のような各機器の利得制御にオーバーラップある制御をした場合、RF信号のレベルがR1（最小レベル入力時）の場合、低雑音増幅器11が最大利得であるため、信号に対する雑音を小さくすることができる。RF信号のレベルがR4（過大入力時）の場合、低雑音増幅器11、ミキサ12が最小利得であるため、過大入力がなく、受信信号の歪み特性は良好である。RF信号のレベルがR1～R3（中間レベル入力時）の場合、RF信号のレベルが小さい期間は低雑音増幅器11が最大利得で動作し、RF信号のレベルが大きくなってくると、低雑音増幅器11の利得が低下して動作するため、受信信号の雑音指数特性と歪みはトレードオフの関係にある。

【0027】図4は、本発明の受信利得制御方法の実施例3を説明する制御信号の特性図である。まず、受信したRF信号のレベルがR1の範囲にあった場合、制御信号C1、C2は最大電圧でそれぞれ一定であるが、一方、制御信号C3は最大電圧から中間レベル程度の電圧まで変化して、利得可変増幅器13の出力レベルが一定になるように、その利得を制御する。

【0028】また、受信したRF信号のレベルがR2の範囲にあった場合、制御信号C2は最大電圧で、制御信号C3は中間電圧でそれぞれ一定であるが、制御信号C1は最大電圧から最小電圧まで変化して、低雑音増幅器11の利得を制御することにより、利得可変増幅器13

の出力レベルを一定としている。

【0029】更に、受信したRF信号のレベルがR3の範囲にあった場合、制御信号C1は最小電圧で、制御信号C3は中間電圧でそれぞれ一定であるが、制御信号C2は最大電圧から最小電圧まで変化して、ミキサ12の利得を制御することにより、利得可変増幅器13の出力レベルを一定としている。

【0030】また、受信したRF信号のレベルがR4の範囲（過大入力）にあった場合、制御信号C1、C2は最小電圧でそれぞれ一定であるが、一方、制御信号C3は中間電圧から最小電圧まで変化して、利得可変増幅器13の利得を変化させて、その出力レベルが一定になるようにする。

【0031】尚、上記のような制御をした場合、RF信号のレベルがR1（最小レベル入力時）の場合、低雑音増幅器11が最大利得であるため、雑音指数特性が良好である。RF信号のレベルが過大なR4の場合、低雑音増幅器11、ミキサ12が最小利得であるため、過大入力がなく、受信信号の歪み特性は良好である。RF信号のレベルがR2～R3（中間レベル入力時）の場合、RF信号のレベルが小さい期間は低雑音増幅器11、ミキサ12の利得が大きく、RF信号のレベルが大きくなると、低雑音増幅器11、ミキサ12の順で利得が小さくなるため、受信信号の雑音指数特性と歪みはトレードオフの関係にある。

【0032】図5は、本発明の受信利得制御方法の実施例4を説明する制御信号の特性図である。まず、受信したRF信号のレベルがR1の範囲にあった場合、制御信号C1、C2は最大電圧でそれぞれ一定であるが、一方、制御信号C3は最大電圧から中間レベル程度の電圧まで変化して、利得可変増幅器13の出力レベルが一定になるように、その利得を制御する。

【0033】また、受信したRF信号のレベルがR2、R3の範囲にあった場合、制御信号C3は中間電圧で一定であるが、制御信号C1、C2は最大電圧から最小電圧まで変化して、低雑音増幅器11、ミキサ12の利得を重複して制御することにより、利得可変増幅器13の出力レベルを一定としている。

【0034】また、受信したRF信号のレベルがR4の範囲（過大入力）にあった場合、制御信号C1、C2は最小電圧でそれぞれ一定であるが、一方、制御信号C3は中間電圧から最小電圧まで変化して、利得可変増幅器13の利得を変化させて、その出力レベルが一定になるようにする。

【0035】尚、上記のような制御をした場合、RF信号のレベルがR1（最小レベル入力時）の場合、低雑音増幅器11が最大利得であるため、雑音指数特性が良好である。RF信号のレベルが過大なR4の場合、低雑音増幅器11、ミキサ12が最小利得であるため、過大入力がなく、受信信号の歪み特性は良好である。RF信号

のレベルがR2～R3（中間レベル入力時）の場合、RF信号のレベルが小さい期間は低雑音増幅器11、ミキサ12の利得が大きく、RF信号のレベルが大きくなると、低雑音増幅器11、ミキサ12の利得が同時に小さくなるため、受信信号の雑音指数特性と歪みはトレードオフの関係にある。

【0036】図6は、本発明の受信利得制御方法の実施例5を説明する制御信号の特性図である。まず、制御信号C3はRF信号のレベルがR1（最小レベル入力時）からR4（過大入力）の間で、最大電圧から最小電圧まで変化し、利得可変増幅器13の利得を変化させて、その出力レベルが一定になるように制御している。

【0037】RF信号のレベルがR1の範囲では、制御信号C1、C2が最大レベルで、低雑音増幅器11、ミキサ12は最大利得で、それぞれ一定である。

【0038】RF信号のレベルがR2の範囲では、制御信号C1が最大レベルで低雑音増幅器11は最大利得で動作する。制御信号C2は最大電圧と最小電圧の間を変化し、ミキサ12の利得は変化して、利得可変増幅器13の出力レベルが一定になるように制御される。この間、利得可変増幅器13とミキサ12の利得はオーバーラップして制御される。

【0039】RF信号のレベルがR3の範囲では、制御信号C2が最小電圧で、ミキサ12は最小利得で動作する。制御信号C1は最大電圧と最小電圧まで変化し、低雑音増幅器11の利得が変化されて、利得可変増幅器13の出力レベルが一定になるように制御される。この間、利得可変増幅器13と低雑音増幅器11の利得はオーバーラップして制御される。

【0040】RF信号のレベルがR4（過大入力時）の範囲では、制御信号C1、C2が最小電圧でそれぞれ一定であるため、低雑音増幅器11とミキサ12は最小利得で動作する。一方、制御信号C3は中間電圧より低い電圧から最小電圧まで変化し、利得可変増幅器13の利得を変化させることにより、その出力レベルが一定になるように制御する。

【0041】尚、上記のような制御をした場合、RF信号のレベルがR1（最小レベル入力時）の場合、低雑音増幅器11、ミキサ12は最大利得であるため、雑音指数特性が良好である。RF信号のレベルが過大なR4の場合、低雑音増幅器11、ミキサ12が最小利得であるため、過大入力がなく、受信信号の歪み特性は良好である。RF信号のレベルがR2～R3（中間レベル入力時）の場合、RF信号のレベルが小さい期間は低雑音増幅器11、ミキサ12の利得が大きく、RF信号のレベルが大きくなると、ミキサ12、低雑音増幅器11の順で利得が小さくなるため、受信信号の雑音指数特性と歪みはトレードオフの関係にある。

【0042】図7は図1に示した低雑音増幅器11の詳細例を示した回路図である。トランジスタ61のコレク

タは、適当なインピーダンス62を介して電圧VCCに接続され、そのエミッタは適当なインピーダンス63を介して接地されている。前記インピーダンス62に並列に可変抵抗64が接続されている。トランジスタ61のベースに入力されたRF信号は増幅されて、コレクタから出力される。その際、制御信号C1で可変抵抗64の抵抗値を変化させることにより、トランジスタ61の増幅利得が制御される。

【0043】図8は図1に示したミキサ12の詳細例を示した回路図である。トランジスタT1、T2はRF信号の入力段を形成し、トランジスタT3～T6は前記入力段より入力されるRF信号を局部発信信号LOによりスイッチングすることによって、中間周波信号IFに変換して出力する。その際、前記入力段の増幅率は電流源Iの電流を制御信号C2によって変化させることにより、変化され、これによって、ミキサ12の利得が制御される。

【0044】図9は図1に示した利得可変増幅器13の詳細例を示した回路図である。トランジスタT7、T8はIF信号の入力段を形成し、トランジスタT9～T12は利得可変段を形成している。前記入力段より入力されるIF信号はトランジスタT9～T12のベースに入力される制御信号C3によって変化した利得で増幅される。

【0045】図10は図1に示した制御回路14の詳細例を示したブロック図である。制御回路14は、利得可変増幅器13から出力されるIF信号を入力してレベル検波する検波回路141、この検波回路141の検波出力（受信されたRF信号のレベルに対応）に基づいて、制御信号C1、C2、C3を発生する制御信号発生回路142から成っている。

【0046】上記した実施例1乃至実施例5によれば、RF信号のレベルが小さい場合は、低雑音増幅器11、或いは低雑音増幅器11とミキサ12が最大利得で動作するため、良好な雑音指数特性にて信号を受信することができる。

【0047】また、RF信号が過大になった場合は、低雑音増幅器11或いは、低雑音増幅器11とミキサ12の両方が最小利得で動作するため、入力信号が過大で、ミキサ12や利得可変増幅器13が飽和することがなく、過大入力による歪みの発生を抑えることができ、歪みのない受信データを得ることができる。従って、受信したRF信号のレベルが過大であっても、データ化けがない高品質なデータ受信を行うことができる。

【0048】更に、RF信号のレベルに応じて、低雑音増幅器11、ミキサ12、利得可変増幅器13のいずれかがほぼ連続的にその増幅利得を変化させ、且つこれらの機器はそれぞれの制御信号に対してほぼ同様の割合で利得が変化して、利得可変増幅器13の出力レベルを一定とするため、例えばRF信号レベルが急に化するな

どして、利得可変対象の増幅器が急に切り替わったとしても、制御回路14と低雑音増幅器11、ミキサ12、利得可変増幅器13で形成される各フィードバックループの利得は極端に変化せず、それ故、大きな過度応答が生ぜず、常に安定な受信を行うことができる。

【0049】尚、本発明は上記実施形態に限定されることなく、その要旨を逸脱しない範囲において、具体的な構成、機能、作用、効果において、他の種々の形態によっても実施することができる。

【0050】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、良好な雑音指数特性を確保しながらも、ミキサや利得可変増幅器において過大入力による歪みの発生を抑えて受信信号を増幅することが可能となり、また、RF信号レベルの急な変化等に対してのフィードバックループの過渡応答を小さくでき、常に安定な動作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の受信回路の一実施形態に係る構成を示したブロック図である。

【図2】本発明の受信利得制御方法の実施例1を説明する制御信号の特性図である。

【図3】本発明の受信利得制御方法の実施例2を説明する制御信号の特性図である。

【図4】本発明の受信利得制御方法の実施例3を説明する制御信号の特性図である。

【図5】本発明の受信利得制御方法の実施例4を説明する制御信号の特性図である。

【図6】本発明の受信利得制御方法の実施例5を説明する制御信号の特性図である。

【図7】図1に示した低雑音増幅器の詳細例を示した回路図である。

【図8】図1に示したミキサの詳細例を示した回路図である。

【図9】図1に示した利得可変増幅器の詳細例を示した回路図である。

【図10】図1に示した制御回路の詳細例を示したブロック図である。

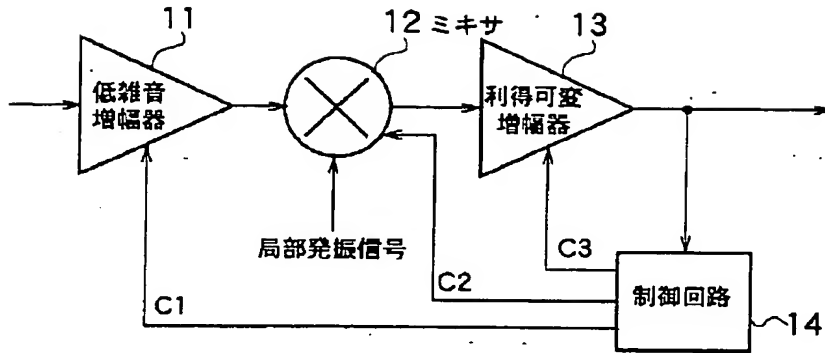
【図11】従来の受信回路の構成例を示したブロック図である。

【符号の説明】

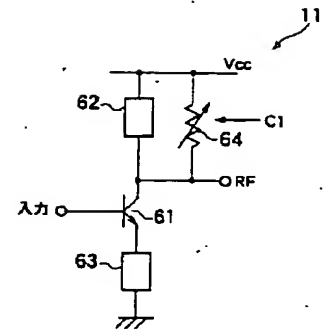
- 11 低雑音増幅器
- 12 ミキサ
- 13 利得可変増幅器
- 14 制御回路
- 61、T1～T12 トランジスタ
- 62、63 インピーダンス
- 64 可変抵抗
- 141 検波回路
- 142 制御信号発生回路

I 可変電流源

【図1】

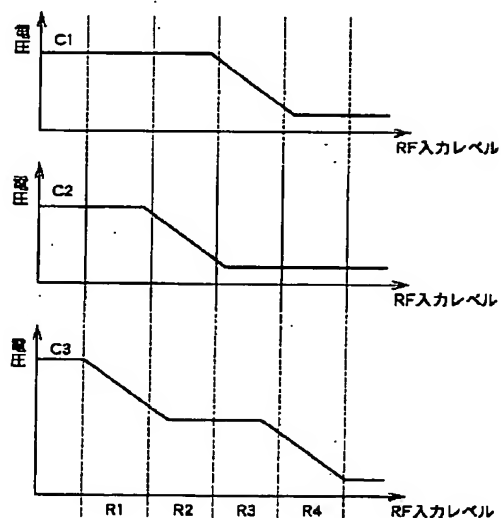
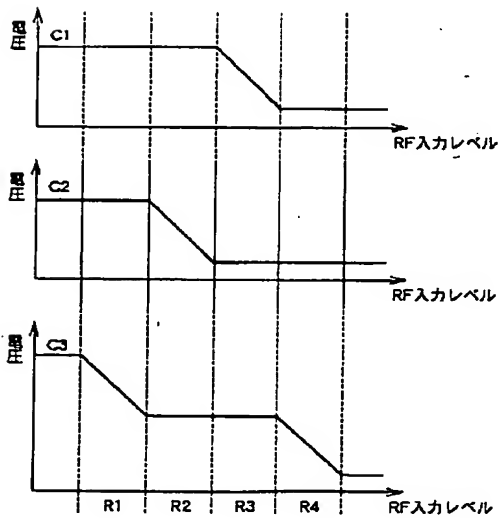


【図7】



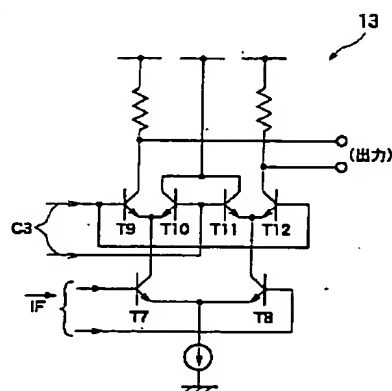
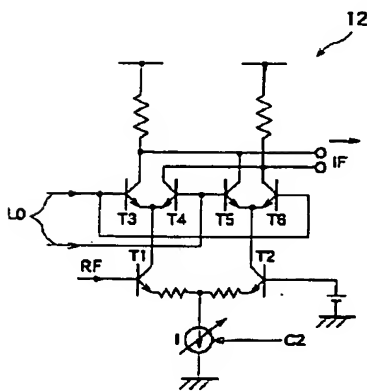
【図2】

【図3】



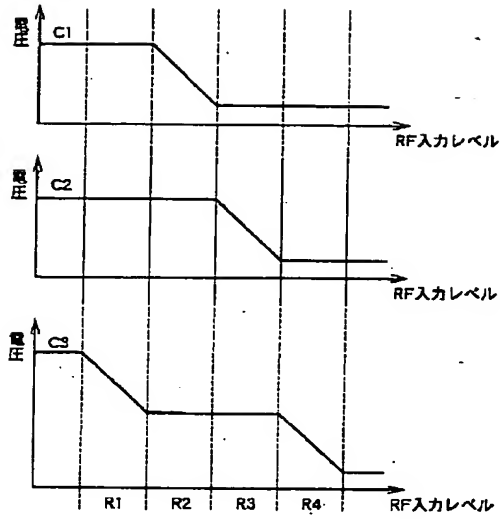
【図8】

【図9】

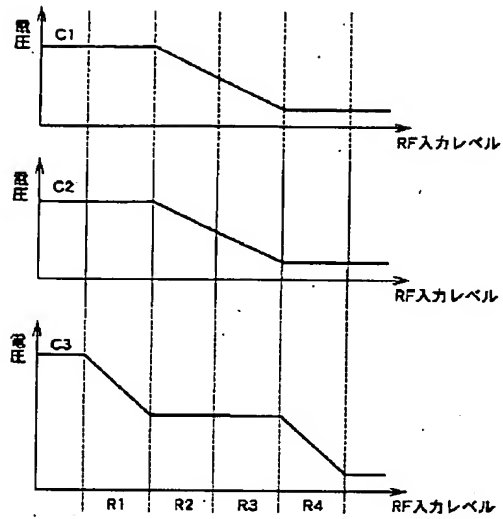




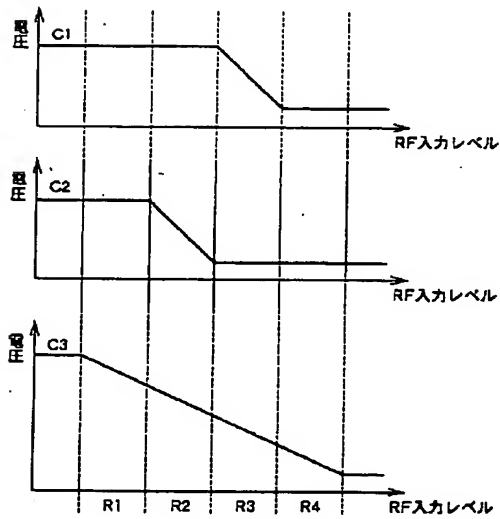
【図4】



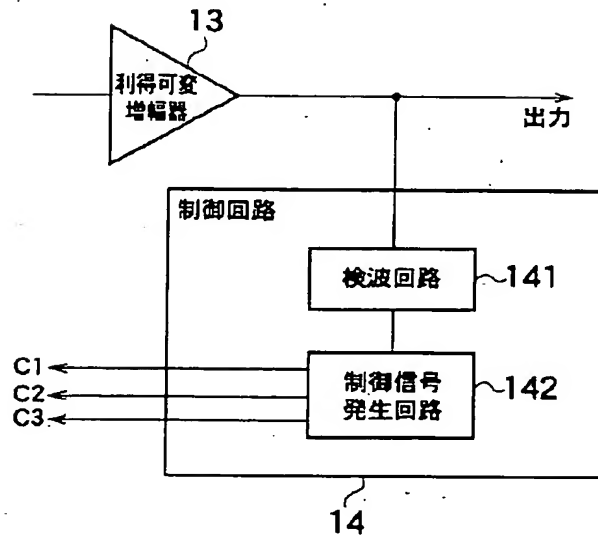
【図5】



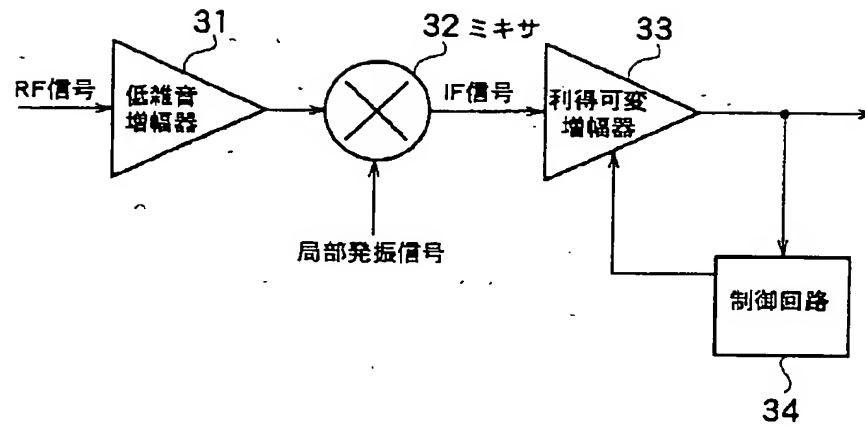
【図6】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J100 JA01 KA05 LA00 QA00 QA01  
SA02  
5K052 AA02 AA14 EE32 GG13 GG26  
GG32